

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 INSTITUT NATIONAL
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
 PARIS

(11) N° d publication :
 (A n'utiliser que pour les
 commandes de reproduction).

2 279 205

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21)

N° 73 46574

(54) Procédé et appareil de concentration de déchets radioactifs liquides à des températures inférieures à leurs points d'ébullition et en vue de leur stockage final.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). G 21 F 9/08.

(22) Date de dépôt 27 décembre 1973, à 15 h 46 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 7 du 13-2-1976.

(71) Déposant : MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA IZOTOP INTEZETE et EROTERV EROMU-ES HALOZATTERVEZO VALLALAT, résidant en Hongrie.

(72) Invention de : Karoly Szivos, Gyula Lovass, Laszlo Liptak, Jozsef Hirling et Oszkar Pavlik.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Regimbeau, Corre, Paillet, Martin et Schrimpf.

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention concerne un procédé et un appareil de concentration de déchets radioactifs liquides à des températures inférieures à leurs points d'ébullition et en vue de leur stockage final.

5 On connaît différents procédés technologiques en ce qui concerne la concentration et le stockage de déchets radioactifs liquides provenant de centrale atomique, de réacteurs de recherches, de laboratoire d'isotopes, etc...

Conformément au procédé de concentration le plus largement utilisé, les déchets liquides sont concentrés dans un évaporateur et les concentrats sont introduits dans des récipients permettant leur stockage final. Suivant d'autres procédés connus, le concentrat est solidifié en utilisant certains additifs, (ciment, bitume, etc..) et cette matière solidifiée est
10 laissée dans cette condition pour le stockage final.

Suivant ces procédés connus, la concentration des déchets et leur stockage font intervenir deux opérations technologiques séparées mais on rencontre dans les deux cas différentes difficultés et inconvénients. On a énuméré ci-dessous plusieurs de ces inconvénients :
20

1) - Concentration avec un évaporateur :

Du fait que l'eau contenant des déchets radioactifs est mise en ébullition dans la cuve de l'évaporateur, des substances et des gaz radioactifs, partiellement absorbés dans les gouttelettes d'eau et partiellement dissous dans la vapeur,
25 sont entraînés par la vapeur sortant de l'appareillage et ensuite la vapeur doit être condensée et soumise à une phase séparée de purification.

Pour une assez forte concentration de sels, en particulier en présence de substances organiques, il se produit dans l'eau contenant des déchets une formation de mousse dans l'évaporateur, ce qui diminue le facteur d'épuration.
30

Pendant l'opération, des dépôts de sels contenant des substances radioactives sont formés sur la surface chauffante de l'évaporateur et sur d'autres parties de l'appareil et, par conséquent, l'utilisation de ses équipements nécessite une épuration difficile ainsi qu'un entretien qui entrave le processus
35

et qui limite fortement le degré d'évaporation.

Le fonctionnement de l'évaporateur nécessite un contrôle constant.

2a) - Stockage dans des récipients à l'état liquide :

5 Cette méthode de stockage présente l'inconvénient que les eaux usées ne peuvent pas être concentrées à un degré supérieur à la limite de densité de pompage et par conséquent on doit stocker dans les récipients un volume total bien supérieur au volume effectif des substances radioactives et d'autres sels ou matières organiques. Cela nécessite une forte augmentation du volume des récipients ainsi que de celui des bâtiments les contenant et en outre il faut assurer une protection biologique, ce qui introduit de gros frais additionnels.

2b) - Stockage avec solidification du concentrat :

15 Ce procédé présente l'inconvénient de nécessiter des phases technologiques très coûteuses et le volume en additif à stocker est encore augmenté par comparaison à celui du concentrat obtenu par évaporation.

Suivant le procédé d'évaporation-séchage de la Société Française "COMPAGNIE DES SALINS DU MIDI ET DES SALINES DE L'EST", ce procédé étant du type "Acéran", le sécheur-évaporateur remplace un évaporateur fonctionnant à des températures inférieures au point d'ébullition. Cet équipement fonctionne d'une manière similaire à des tours de refroidissement à pellicule d'eau ; la vapeur d'eau est évacuée des eaux usées s'écoulant vers le bas sur les feuilles de verre à l'aide d'un écoulement d'air à contre-courant. Du fait que le liquide à évaporer se déplace, le facteur d'épuration est assez bas et la limite supérieure de concentration est également limitée comme dans le cas des évaporateurs classiques.

30 En ce qui concerne les problèmes se posant lors de la manutention et du stockage de déchets radioactifs liquides, l'appareil le plus approprié semble être l'appareil de manutention de déchets de "l'Institut des isotopes" de l'Académie Hongroise des Sciences, cet appareil étant chauffé par un rayonnement infra-rouge.

Dans cet appareil, des radiateurs à infra-rouge sont

montés à la partie supérieure de l'évaporateur, la puissance rayonnée est absorbée par la mince couche supérieure d'eau et assure son ébullition. Les vapeurs formées sont évacuées en utilisant un ventilateur. Les avantages principaux de cet appareil sont la simplicité et le bon facteur d'épuration. Il présente l'inconvénient cependant du fait que son rendement énergétique est faible et qu'il est nécessaire pour son chauffage de fournir de grandes quantités de courant électrique coûteux.

Dans des évaporateurs à infra-rouge de grande puissance et de haut niveau d'activité, les éléments chauffants ne peuvent pas être remplacés aisément et finalement l'équipement fonctionne en chaîne ouverte du côté vapeur, c'est-à-dire qu'aucune isolation de sécurité n'est exercée. Il en résulte que l'évaporateur à infra-rouge peut être utilisé essentiellement comme un appareil à basse puissance.

L'invention a pour but de fournir un procédé et un appareil permettant une concentration de déchets radio-actifs à des températures inférieures à leurs points d'ébullition ainsi que leur stockage final.

Ces problèmes sont résolus en ce que les déchets radioactifs sont concentrés sur le lieu de leur stockage final et cette concentration est réalisée en utilisant un milieu de transport à une pression de 0,5 à 1,5 atm, ledit milieu circulant dans un circuit à boucle fermée et transportant à la fois la chaleur et la vapeur.

Suivant un mode préféré de réalisation de l'invention, de la vapeur est injectée d'une manière appropriée dans ce milieu de transport s'écoulant en circuit fermé puis elle est condensée avec les vapeurs de la liqueur résiduelle transportées par le milieu.

Suivant un mode préféré d'application du procédé de l'invention, le milieu de transport est injecté tangentielle-ment dans la masse de vapeur par un ou plusieurs conduits d'entrée d'air et ensuite le milieu de transport se rapproche de la surface du liquide contenant les déchets à concentrer sous la forme d'un courant en vortex puis le milieu déchargé est canalisé le long de la virole extérieure du récipient contenant

les déchets. Ensuite, la vapeur contenue dans le milieu de transport est condensée, le milieu est réchauffé puis recyclé.

Après la phase de concentration, le concentrat est entouré par une substance imperméable et auto-solidifiable, de préférence du bitume.

L'appareil permettant la mise en pratique du procédé défini ci-dessus se compose d'un récipient extérieur et d'un récipient intérieur, de préférence réalisés sous la forme d'un seul récipient à double paroi, dans lequel les déchets radio-actifs à concentrer sont placés dans le récipient intérieur à surface ouverte et un conduit spiral de dérivation de gaz, servant à canaliser le milieu de transport déchargé, est placé dans l'intervalle existant entre les deux récipients.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, on peut utiliser un seul récipient à la place du système à deux récipients.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention seront mis en évidence dans la suite de la description, donnée à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique simplifié montrant le fonctionnement de l'appareil de l'invention,
- la figure 2 est une vue en élévation schématique, en partie en coupe, de l'appareil de concentration et de stockage comportant un double récipient ;
- la figure 3 est une vue en plan du récipient de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en élévation schématique et en partie en coupe de l'appareil de concentration-stockage comportant un seul récipient ;
- la figure 5 est une vue en plan du récipient de la figure 4 .

Conformément au schéma synoptique de la figure 1, les déchets liquides à stocker sont introduits, après ou sans traitement préliminaire, dans un récipient d'alimentation 1. Les déchets liquides sont transférés du récipient 1 dans un récipient de stockage à évaporation 3 par l'intermédiaire d'une

pompe alimentaire 2. Pour obtenir la capacité maximale de travail, le liquide doit être maintenu à un niveau presque constant dans l'évaporateur 3 et, en conséquence, la capacité de transport de la pompe 2 est commandée par une vanne appropriée 4 qui est actionnée en fonction du niveau de liquide dans l'évaporateur 3. La structure de l'évaporateur 3 ainsi que les processus se déroulant dans celui-ci ont été mis en évidence sur les figures 2 et 3. L'évaporateur 3 est un récipient cylindrique à double paroi qui est formé d'acier inoxydable. Un récipient intérieur 8 ouvert à sa partie supérieure sert à stocker les déchets tandis qu'un récipient extérieur 9 fermé à sa partie supérieure sert en partie à isoler et à diriger le milieu de transport et en partie à empêcher la sortie des déchets radioactifs dans l'atmosphère environnante lorsque le récipient intérieur 8 est endommagé. Le milieu de transport chaud et sec est injecté tangentiellement dans l'évaporateur par l'intermédiaire d'un conduit d'entrée 5 à une vitesse de 10 à 30 m/s, en fonction de la nature du milieu et de la construction de l'évaporateur.

20 Dans la partie cylindrique supérieure du récipient, il se forme un courant turbulent et en même temps le milieu de transport se rapproche de la surface du liquide. Dans la partie supérieure conique du récipient 9, la vitesse tangentielle du milieu de transport diminue de façon continue et au voisinage de la surface du liquide, cette vitesse ne dépasse pas quelques mètres par seconde. La composante de vitesse, dirigée vers le bas, du vortex peut être mieux réglée si une partie du milieu de transport est injectée coaxialement vers le bas. Les eaux usées sont introduites coaxialement en-dessous de la surface du liquide par l'intermédiaire d'un conduit d'admission 6.

30 Un conduit 7 sert de sortie pour la jauge de niveau d'eau. Puisque le liquide se trouvant dans l'évaporateur contient des sels, des acides et des bases et présente une conductivité relativement grande, on peut utiliser une jauge électrique pour mesurer le niveau d'eau, un des pôles de la source de courant alimentant cette jauge étant relié à plusieurs électrodes présentant des longueurs différentes et branchées en paral-

lèle l'une avec l'autre tandis que l'autre pôle de la source est relié au récipient intérieur 8. Un relais est connecté aux circuits des électrodes respectives. Lorsque l'extrémité d'une des électrodes atteint le niveau du liquide, l'intensité du courant augmente dans le circuit respectif et le relais se ferme, en fournissant alors un signal de commande.

Le gaz de transport sec et chaud se rapprochant de la surface de l'eau, suivant un écoulement turbulent, se sature en vapeur d'eau. La température de l'eau contenant des déchets est inférieure à son point d'ébullition et, en conséquence, l'évaporation se produit seulement à la surface du liquide. Il en résulte un facteur d'épuration très grand. A la différence des évaporateurs classiques, il ne se produit pas un courant normal de substance coupant la surface du liquide et on n'enregistre par conséquent pas la formation indésirable de mousse et l'échappement de gouttelettes.

Du fait que l'évaporation se produit à une température inférieure au point d'ébullition, seule une petite quantité de gaz actifs dissous dans la liqueur résiduelle apparaît dans le milieu de transport. La vitesse d'évaporation est déterminée par l'intensité de ce qu'on appelle l'échange de chaleur en voie humide, qui dépend du coefficient de diffusion, de la pression et de la vitesse du milieu de transport et en outre de la différence entre les pressions partielles de la vapeur d'eau mesurées au-dessus de la surface de l'eau et dans le milieu de transport. De la façon la plus avantageuse, on utilise comme milieu de transport de l'air mais dans certaines applications, il est préférable d'employer d'autres gaz. Lorsqu'on utilise, comme milieu de transport, de l'azote, on réduit le risque de corrosion dans le système. Lorsqu'on utilise de l'hélium, on peut éviter les problèmes de corrosion et on peut augmenter également le rendement de l'installation.

Le fluide de transport dont la teneur en vapeur a augmenté pénètre sous la forme d'un écoulement turbulent tangentiel de l'espace d'évaporation dans l'espace de chauffage qui est placé entre le récipient intérieur 8 et le récipient extérieur 9. Un élément de sécurité destiné à capter les gouttelettes

doit être branché dans le trajet suivi par le milieu de transport pénétrant dans l'espace de chauffage. Le capteur de gouttelettes le plus simple a été représenté sur la figure 2 et il est formé par un rebord 20 du récipient intérieur 8.

5 Le milieu de transport est dirigé dans la zone de chauffage par une spirale de dérivation 10. Lors du passage dans la zone de chauffage, la majeure partie de la chaleur contenue dans le gaz de transport est transmise au récipient 8, ce qui compense les pertes calorifiques dues à l'évaporation des eaux usées dans lesdits récipients.

10 Pendant ce processus, les eaux usées sont pratiquement à l'état stable dans le récipient intérieur 8 et, par conséquent, les contaminants contenus dans les déchets se déposent au fond du récipient et, en outre, par suite de la sensibilité à la température de la masse spécifique de l'eau, la
15 température de l'eau est plus faible à la partie inférieure du récipient qu'à sa partie supérieure, ce qui facilite la précipitation des sels dissous au fond du récipient. Une autre conséquence du gradient de température formé est que la température du gaz de transport peut être inférieure à la base de
20 la zone de chauffage à la température du liquide à un niveau correspondant à la surface supérieure de sorte que la condensation de la vapeur d'eau contenue dans le fluide de transport peut commencer déjà à la partie inférieure de la zone de chauffage ; en outre la chaleur libérée pendant le processus de
25 condensation est transmise au récipient intérieur 8, ce qui améliore le rendement thermique du système. Le liquide condensé dans la zone de chauffage est canalisé jusque dans un récipient 13 par l'intermédiaire d'un conduit de sortie 11 et d'un siphon.

30 Si le débit de sortie de l'appareil est limité par la réduction de la chaleur pouvant être transférée au travers des parois du récipient intérieur (et par conséquent si les parois du récipient sont contaminées), on peut augmenter l'intensité de chauffe en introduisant une quantité appropriée de
35 vapeur dans l'espace situé entre les deux récipients par l'intermédiaire d'un conduit d'admission 19. Le condensat formé à partir de la vapeur d'eau introduite sort du système en même

temps que les condensats formés à partir des vapeurs sortant de la zone d'évaporation.

Le milieu de transport sort du système par l'intermédiaire d'un conduit 12 et il parvient dans un condenseur 14.

5 Le condenseur 14 peut être constitué par un échangeur tubulaire de chaleur disposé verticalement et horizontalement. Dans les tubes du condenseur 14, on fait circuler de l'eau froide de refroidissement 15 tandis que le milieu de transport passe entre les tubes. La majeure partie du courant thermique dirigée vers les surfaces de refroidissement provient de la chaleur libérée dans le processus de condensation de la vapeur d'eau contenue dans le milieu de transport tandis que la petite partie provient de l'auto-refroidissement du milieu de transport.

15 La baisse de température du milieu de transport sortant du condenseur 14 est relativement basse tandis que son humidité relative est bien inférieure à 100%. L'humidité absolue du milieu de transport est à peu près la même que l'humidité de saturation imputable à la température de l'eau de refroidissement sortant du système. Le liquide séparé dans le condenseur 20 14 et au fond du récipient extérieur 9 est collecté dans le réceptacle 13. Il est préférable de contrôler de façon continue la radioactivité du liquide se trouvant dans ce réceptacle. Après un contrôle correct de radioactivité, le liquide peut être recyclé.

25 Ensuite, le milieu de transport est refoulé vers une unité de chauffage 17 à l'aide d'un ventilateur 16. L'unité de chauffage 17 se compose d'un calorifère classique qui est chauffé par de la vapeur ou de l'eau chaude et à la sortie duquel le milieu de transport chauffé est recyclé dans le récipient d'évaporateur 3.

30 Dans l'appareil de l'invention, le milieu de transport circule en boucle fermée. Lorsqu'on utilise comme milieu de transport, de l'air, on peut aussi faire fonctionner le système à une pression supérieure ou inférieure à la pression atmosphérique mais lorsqu'on utilise d'autres gaz comme milieu 35 de transport, on ne peut adopter qu'une surpression. Si le milieu de transport est de l'air, la dépression est établie par

un raccord de tuyau 18 relié au système de ventilation de l'appareil de traitement de déchets liquides alors que, si on maintient une surpression, celle-ci peut être établie par introduction de gaz dans le système par l'intermédiaire du raccord

5 18, ce gaz servant simultanément à compléter les pertes se produisant dans le système. Du fait que le système est complètement fermé, on peut réduire les fuites de gaz au minimum. La radioactivité du milieu de transport est faible et, par conséquent, les gaz s'échappant accidentellement sont évacués par

10 le système de ventilation de l'appareil de traitement de déchets liquides. On peut régler les paramètres caractéristiques du milieu de transport dans le système de l'invention aux valeurs suivantes :

MILIEU DE TRANSPORT (air ou azote)

- 15
- Température d'entrée d'évaporateur 80 à 160°C
 - Température d'entrée de condenseur 40 à 90°C
 - Température de sortie de condenseur 30 à 80°C
- 20
- Débit spécifique rapporté à la surface d'eau 200 à 400 m³/m².h.
 - Température des eaux usées dans le récipient intérieur 50 à 90°C

La vitesse d'évaporation (rapportée à la surface de l'eau) varie dans une large mesure en fonction de la nature du milieu de transport et des valeurs réelles des paramètres de fonctionnement. La valeur approximative de la vitesse d'évaporation peut varier entre deux et quinze kg/m².h. Egalement le facteur d'épuration ou décantation dépend de plusieurs paramètres ; sa valeur approximative peut varier entre 10⁵ et

25 10⁶ (sans épuration de la vapeur).

30 L'emplacement de l'appareil de l'invention dépend dans une large mesure de la radioactivité spécifique et de la composition des eaux usées à traiter. Dans la plupart des cas, seuls l'évaporateur et facultativement le récipient d'alimentation, doivent être pourvus de moyens de protection biologique.

35 Si le concentrat remplit le magasin, les connexions exté-

rieures sont fermées.

Après l'opération de concentration, le volume existant entre les deux récipients est de préférence rempli d'une matière imperméable et autosolidifiable, par exemple un mortier
5 de ciment dilué ou de bitume liquide chaud. L'espace situé entre les parois extérieures du récipient et les parois du bâtiment environnant peut également être rempli de matériaux similaires.

La matière auto-solidifiable (charge) est introduite
10 dans et/ou autour du récipient par l'intermédiaire de tubes précédemment incorporés. Après la solidification de la charge, le récipient qui est maintenant hors de service ne nécessite pas d'autres manutention ou contrôle et il conserve son étanchéité hermétique pendant une longue période de temps. Dans de petites
15 installations, on peut aussi transporter le récipient de stockage rempli.

Si les eaux usées qui sortent de centrales, etc., contiennent une forte teneur en sels ou bien si les eaux usées obtenues sont préconcentrées à l'aide d'un évaporateur classique, l'appareil de l'invention peut être agencé de façon à
20 fournir un débit superficiel spécifique inférieur, sa conception est plus simple et son prix de revient est réduit. Cette simplification résulte du fait que, dans ce cas, on peut remplacer le récipient à double paroi par un récipient à simple paroi. Ce récipient à simple paroi présente essentiellement
25 la même construction que le récipient extérieur de l'appareil de la figure 2. Le récipient à simple paroi a été représenté sur les figures 4 et 5. Les seules différences entre ce récipient à simple paroi et le récipient à double paroi sont que le conduit de sortie 12 du milieu de transport est agencé sur la
30 surface supérieure conique du couvercle du récipient et que le conduit de sortie 11, servant à évacuer le condensat du récipient extérieur, est supprimé. Le support du récipient peut être agencé de la même manière que le récipient cylindrique
35 vertical.

Dans cet équipement, la transmission de chaleur correspondant à la chaleur d'évaporation se produit sur la surface

du liquide et évidemment il ne se produit aucun transfert de chaleur au travers de la paroi latérale du récipient.

Dans cet équipement, le milieu de transport, qui entraîne à la fois la chaleur et les vapeurs, est dirigé par l'intermédiaire du conduit d'entrée tangentielle 5 sous la forme d'un courant turbulent de manière à progresser en direction de la surface du liquide et le milieu de transport est évacué par l'intermédiaire du conduit de sortie 12 placé sur la surface conique supérieure du récipient.

La capacité spécifique de sortie de cet équipement, rapportée à la surface du liquide, est de 1 à 2 kg/m².h, lorsque le milieu de transport a les paramètres définis ci-dessus.

Les équipements extérieurs entourant l'appareil en question peuvent rester inchangés mais le condenseur 14 peut être branché partiellement dans le circuit à boucle.

Dans cet équipement, du fait de la capacité spécifique de sortie plus faible et les conditions de chauffage inférieures, on peut alimenter l'unité de chauffe 17 en courant électrique.

La sécurité du stockage final après les phases de charge et d'évaporation peut être augmentée en introduisant une substance imperméable autosolidifiable (par exemple du bitume liquide chaud ou un mortier de ciment alcalin) entre la paroi extérieure du récipient et le bâtiment (de préférence une cellule en béton) entourant celui-ci. L'avantage commun à tous les modes de réalisation de l'appareil de l'invention est qu'aucun élément mobile ou aucun élément ne nécessitant une autre manutention n'est placé dans l'espace pourvu de moyens de protection biologique. La manutention de l'appareil est plus simple et plus sûre que dans les réalisations connues puisque la concentration se produit à l'endroit du stockage final et qu'on peut obtenir par cette concentration un facteur d'épuration très efficace.

En fonction de la composition des déchets liquides initiaux, on peut les faire évaporer en utilisant l'appareil de l'invention de manière à atteindre une teneur en substances solides de 500 à 1.000 g/l et en conséquence le volume de

stockage nécessaire, rapporté au volume des déchets liquides initiaux, est bien inférieur à celui des appareils connus (à l'exception de l'évaporateur à chauffage par infra-rouge où l'on peut obtenir un taux de concentration similaire). L'appareil de l'invention peut fonctionner économiquement et il peut être chauffé en utilisant des combustibles non coûteux (vapeur, eau chaude, etc..).

REVENDICATIONS

- 5 1) Procédé d'évaporation de déchets radioactifs liquides à des températures inférieures à leurs points d'ébullition et de stockage final du concentrat, caractérisé en ce qu'on concentre des déchets liquides à l'endroit du stockage final, et en ce qu'on effectue l'évaporation à l'aide d'un milieu de transport gazeux à une pression de 0,5 à 1,3 atmosphères, entraînant à la fois la chaleur et la vapeur et circulant dans un circuit à boucle fermée.
- 10 2) Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on injecte de la vapeur d'eau dans le milieu de transport circulant dans le circuit à boucle fermée et en ce qu'on fait condenser la vapeur d'eau en même temps que la vapeur transportée.
- 15 3) Procédé suivant l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on injecte le milieu de transport dans la zone de vapeur tangentielle par l'intermédiaire de plusieurs conduits d'entrée, en ce qu'on produit dans le milieu un courant tourbillonnaire le rapprochant de la surface du liquide
- 20 contenant les déchets à concentrer, en ce qu'on évacue le milieu de transport le long de la surface périphérique extérieure du récipient contenant les déchets, en ce qu'on fait condenser la vapeur et en ce qu'on rechauffe et recycle le milieu de transport.
- 25 4) Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les déchets concentrés sont entourés par une substance imperméable autosolidifiable.
- 5) Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que ladite substance imperméable est du bitume.
- 30 6) Appareil pour la mise en pratique du procédé suivant la revendication 1, comprenant un récipient extérieur (8) et un récipient intérieur (9), caractérisé en ce que les déchets à concentrer sont placés dans le récipient intérieur (8) comportant une surface supérieure ouverte et en ce qu'on dispos

une spirale de dérivation de gaz (10) servant à canaliser le milieu de transport dans l'espace compris entre les parois des deux récipients (8,9).

5 7) Appareil suivant la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits récipients (8,9) sont formés par un seul récipient à double paroi.

10 8) Appareil suivant l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que, après la concentration, une substance imperméable, de préférence du bitume, est placée dans l'intervalle existant entre les parois des deux récipients.

15 9) Appareil pour la mise en pratique du procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un seul récipient contenant la substance à concentrer, un conduit d'entrée (5) disposé tangentiellement à la partie supérieure du récipient et dirigeant le milieu de transport entraînant à la fois la chaleur et la vapeur suivant un courant tourbillonnair en direction de la surface du liquide, ainsi qu'un conduit de sortie 12 agencé pour évacuer le milieu de transport du récipient.

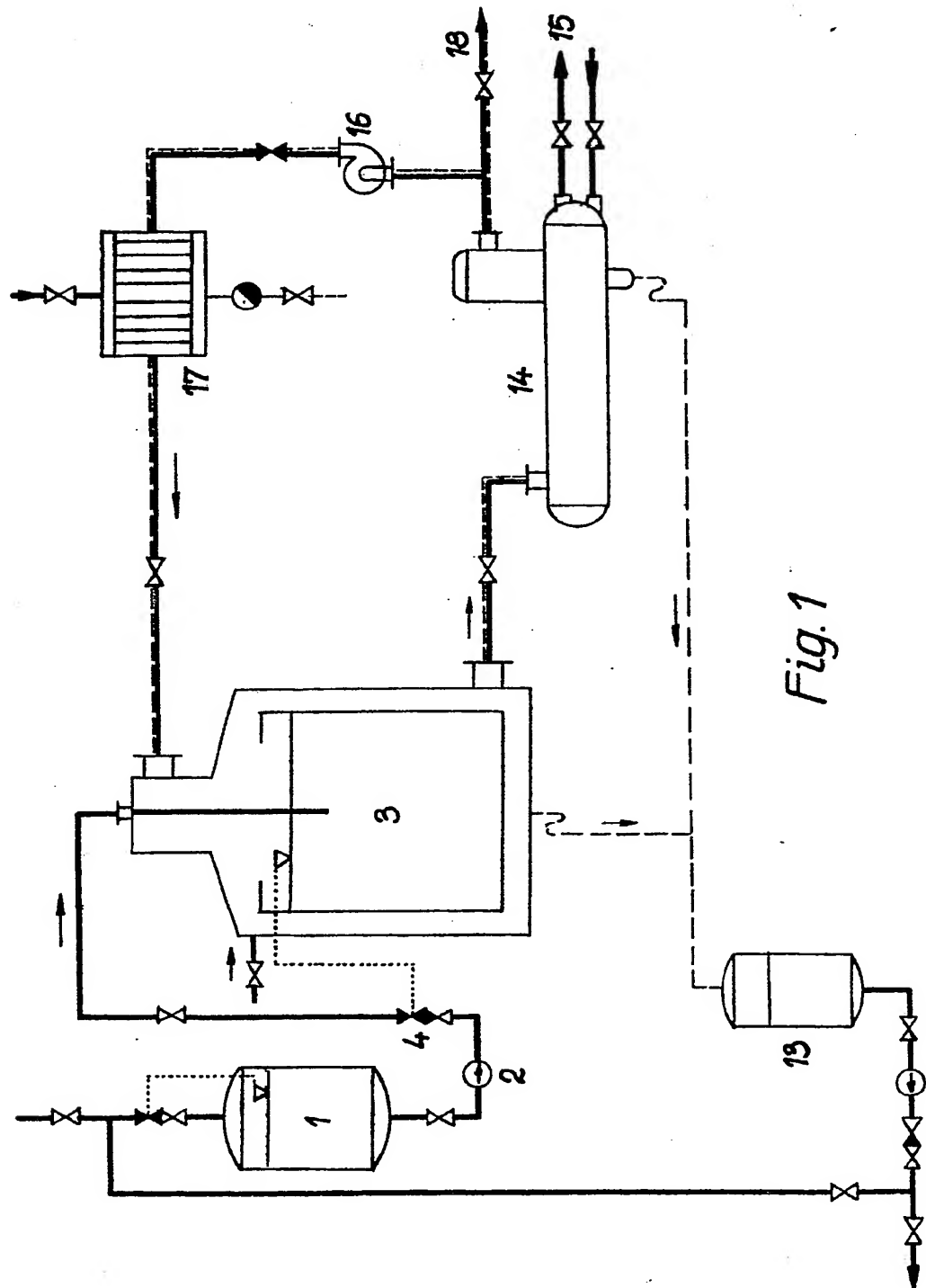
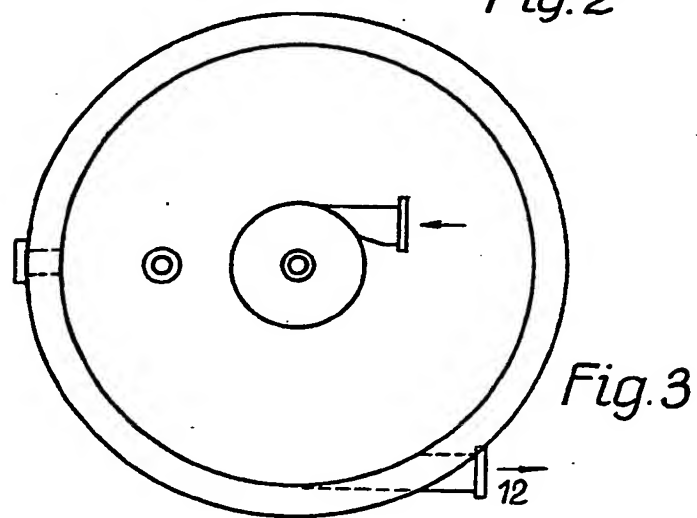
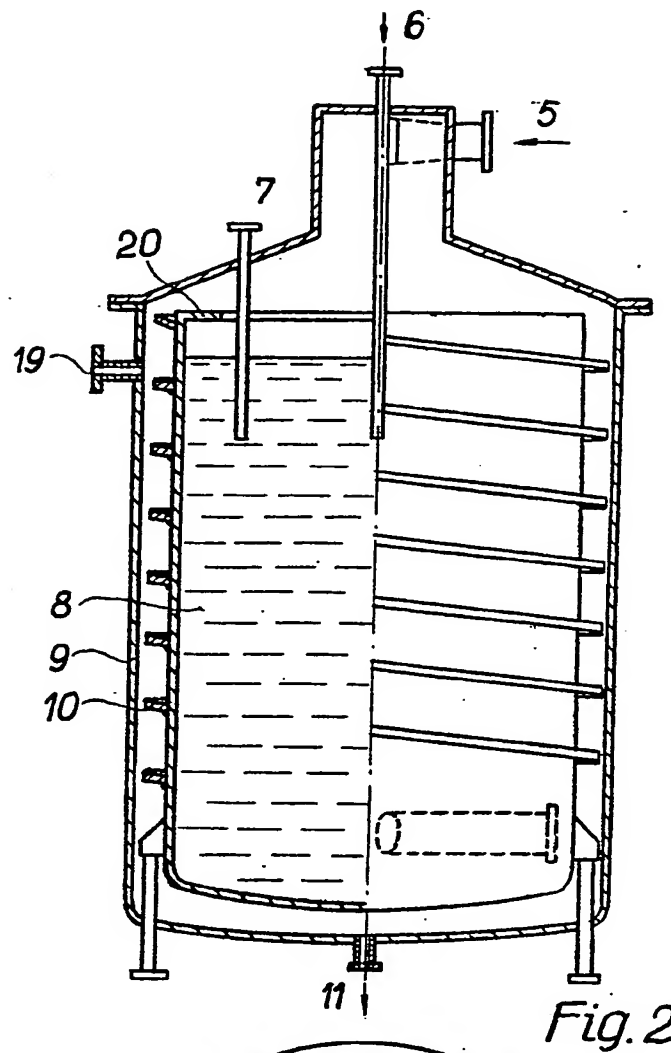
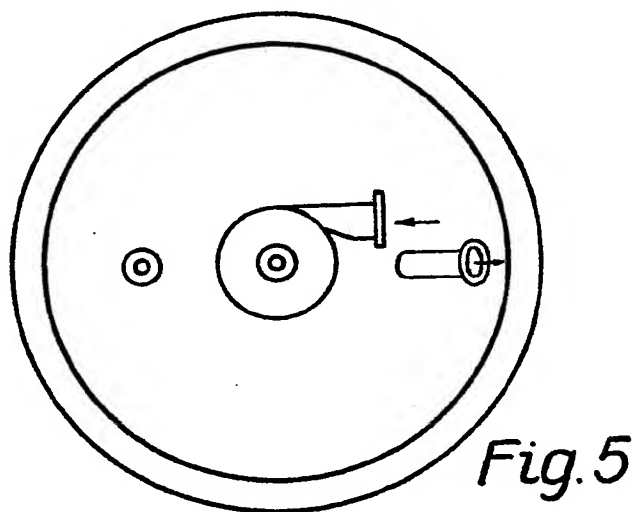
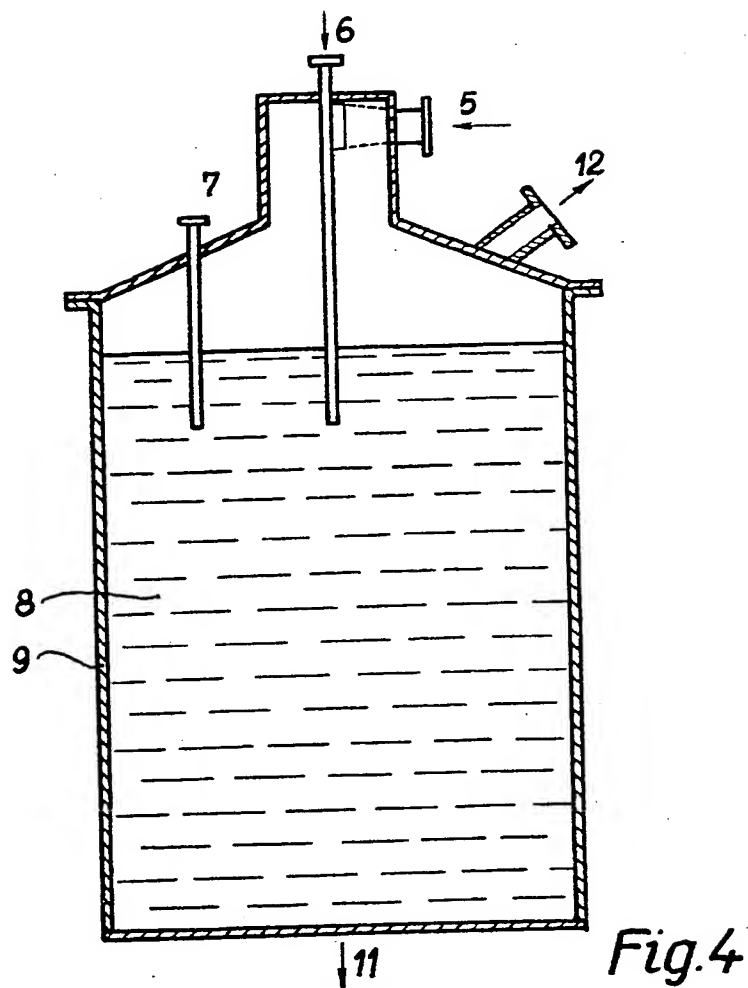


Fig. 1





Docket # TER-99P3269P

Applic. #

Applicant: Gerhard Langer

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101